



Elena Cavieres
María Belen Piñeira
Catalina Negrete
Departamento de Ciencia y
Tecnología de los Alimentos.
Facultad Tecnológica.
Universidad de Santiago de Chile.
elena.cavieres@usach.cl

Impacto de la incorporación de harina de amaranto en las propiedades físicas y sensoriales en galletas

Impact of incorporation amaranth flour in the physical and sensory properties in cookies

Resumen

Las especies del género *Amaranthus* constituyen fuentes proteicas no tradicionales, por lo tanto, la incorporación de éste en diferentes tipos de productos representa una excelente oportunidad. El objetivo del estudio fue desarrollar galletas con mezclas de harina de amaranto y trigo para evaluar el impacto en las propiedades físicas y sensoriales. La metodología utilizada fue proponer diferentes tipos de mezclas, para G⁰ (0%), G¹ (50%) y G² (80%). Los resultados indicaron que la adición de harina de amaranto modificó las propiedades físicas y funcionales en relación a G⁰; el análisis químico indicó valores de 449,30 Kcal. (G¹), 461,96 Kcal. (G²) y 433,26 Kcal. (G⁰). El análisis sensorial de calidad mostró que las formulaciones (G¹, G²) fueron evaluadas con puntajes de 4,0 (buena), puntaje similar a la formulación G⁰; la muestra más aceptada por los jueces fue G¹.

Palabras claves: Harina, amaranto, galletas, propiedades sensoriales.

Abstract

Species of the gender *Amaranthus* are not traditional protein sources, therefore incorporating it into different types of products represents an excellent opportunity. The aim of the study was to develop biscuits with amaranth flour mixtures and wheat to assess the impact on physical and sensory properties. The methodology used was to propose different types of mixtures, for G⁰ (0%), G¹ (50%) and G² (80%). The results indicated that the addition of amaranth flour modified the physical and functional properties relative to G⁰; chemical analysis indicated values of 449.30 Kcal. (G¹), 461.96 Kcal. (G²) and 433.26 Kcal. (G⁰). The sensory quality analysis showed that the formulations (G¹, G²) were evaluated with scores of 4.0 (good), similar to the formulation G⁰ score; the sample more accepted by the judges was G¹.

Keywords: Flour, amaranth, cookies, sensory properties.



Introducción

La producción de alimentos en el mundo enfrenta una problemática muy compleja, por una parte nuevos retos para la obtención y por otro lado los cambios en los patrones culturales y la tecnificación de la agricultura, han llevado a la reducción del espectro de los recursos vegetales utilizados en la alimentación de la población, es así, como se intenta recuperar y revalorar algunos cultivos, los cuales por distintas razones no son de consumo masivo en la población y que tiene un promotor potencial de explotación (Keyla *et al.*, 2015), siendo el grano de amaranto un gran potencial por sus sobresalientes características nutricionales y su gran versatilidad como alimento e ingrediente (Sanz-Pennella *et al.*, 2013). En México el grano se consume principalmente en forma de amaranto reventado o tostado endulzado con miel, la semilla también se usa en la elaboración de alimentos típicos, sin embargo se requiere de nuevas aplicaciones para incrementar su utilización en virtud a que su consumo sigue siendo bajo.

Por lo tanto, la incorporación de harina de amaranto en productos reposteros representa una excelente

alternativa para elaborar alimentos funcionales que proporcionan beneficios a la salud desde los aspectos nutricionales que son evidentes para la población, manteniendo las características sensoriales deseadas del producto sin cambios para los consumidores.

Los objetivos de esta investigación fue determinar el impacto en las propiedades físicas, químicas y sensoriales de la suplementación de harina de amaranto en la formulación y desarrollo de galletas.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en los Laboratorios de Cereales y Evaluación Sensorial y Desarrollo, todos pertenecientes al Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Facultad Tecnológica de la Universidad de Santiago de Chile.

Preparación de las muestras, Materia prima

La materia prima utilizada para la elaboración de galletas fue harina de trigo, harina de amaranto, materia grasa de origen vegetal, huevos,

mantequilla, aceite, polvos de hornear, azúcar granulada y vainilla líquida (Tabla 1).

Muestras	Mezclas
G ⁰	100% harina de trigo / 0% harina de amaranto
G ¹	50% harina de trigo / 50% harina de amaranto
G ²	20% harina de trigo / 80% harina de amaranto

Tabla 1. Codificación de los tratamientos y mezclas utilizadas en el ensayo.

Proceso, Elaboración de galletas suplementadas con harina de amaranto

Para la elaboración de las galletas suplementadas con harina de amaranto se realizó a nivel piloto utilizando una formulación tradicional (Tabla 2).

Ingredientes	%
Harina de trigo	100,0
Harina de amaranto	0 – 50 y 80
Azúcar	29 - 32
Materia Grasa Vegetal	28 – 32
Polvos de Hornear	2,9 – 3,2
Huevos	28 - 30
Vainilla	3 - 4

Tabla 2. Formulación de galletas suplementadas con harina de amaranto.

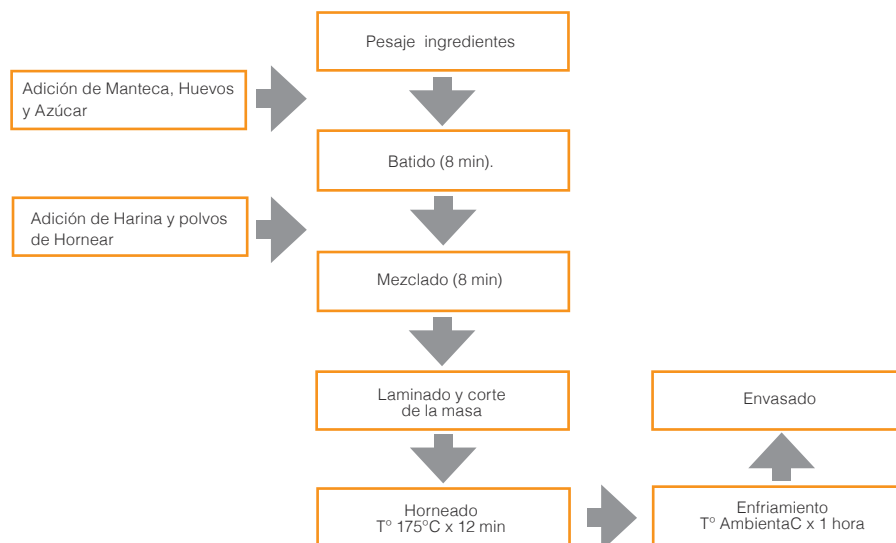


Figura 1.- Diagrama de flujo de la elaboración de galletas. Fuente: Cavieres y Peñaire (2014).

Determinaciones Analíticas

Caracterización de la materia prima

La caracterización de la materia prima se llevó a cabo mediante análisis físicos: alveograma – método AACC 10 – 11 (AACC, 2012), farinograma – Método AACC 10-11 (AACC, 2012), determinación de humedad – NCh 841 (INN, 1987); determinación de cenizas – NCh 642 (INN, 1978) y químicos: gluten húmedo – método ICC 173/1 (ICC, 2012), gluten seco – método ICC 137/1 (ICC, 2012), y falling number – método 107/1 (ICC, 2012).

Caracterización del producto terminado

Para la caracterización del producto final se realizaron determinaciones de volumen a través del método de desplazamiento de semillas (Bourne, 1993); determinación de humedad establecido por la NCh 841 Of. 78; peso, perfil de textura (método 74-09, AACC, 2012); almacenamiento por 12 días a temperatura ambiente (20° C) y análisis sensorial realizado por un panel entrenado de 12 jueces

previamente seleccionados y entrenados en las características del producto; aplicando un Test de Calidad (Scoring) con una escala de 5 puntos sobre los siguientes parámetros: Apariencia, Color, Aroma, Sabor, Resistencia al corte con los dedos y dientes y homogeneidad de la miga y posteriormente se aplicó un Test de aceptabilidad (Escala Hedónica) con una escala de 5 puntos.

Diseño experimental y Análisis Estadístico

El diseño experimental utilizado en esta investigación fue un modelo completamente aleatorizado, considerando cuatro factores a medir: Propiedades físicas, propiedades químicas, propiedades funcionales y evaluación sensorial; los niveles de harina de amaranto utilizados fueron entre G⁰ (0 %), G¹ (50%) y G² (80%). Posteriormente, las variables de respuestas fueron analizadas estadísticamente a través de la aplicación de un programas estadístico statgraphics 5.1 plus con distribución de ANOVA a un 5% de probabilidad, con el objeto de establecer la existencia o no de diferen-

cias significativas entre los diferentes niveles de harina de amaranto adicionada a las galletas y en el caso de encontrar diferencias se aplicó un test de comparación múltiple con diseño de Duncan test al 5% de probabilidad durante 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (20° C).

Proceso de elaboración galletas suplementadas con harina de amaranto

El proceso de elaboración de galletas suplementadas con harina de amaranto se puede ver en la Figura 1.

Resultados

Características físicas y Químicas de la materia prima

Las características físicas y químicas de las distintas materias primas utilizadas en las formulaciones de galletas se detallan en Tabla 3.

Los resultados del farinograma indican que las harinas utilizadas para la elaboración de galletas presentan valores de absorción de agua de



Alveograma			
Mezclas	G ⁰	G ¹	G ²
Parámetros	$\mu \pm \sigma_{n-1}$	$\mu \pm \sigma_{n-1}$	$\mu \pm \sigma_{n-1}$
P (tenacidad - mm)	91,5 \pm 4,9	129,5 \pm 3,5	123,0 \pm 2,8
L (elasticidad - mm)	50,8 \pm 0,4	21,0 \pm 0,0	17,5 \pm 0,7
P/L	1,80 \pm 0,08	6,1 \pm 0,2	7,0 \pm 0,1
W (Fuerza panadera de la masa - Joules x 10 ⁻⁴)	209 \pm 2	129 \pm 0	117 \pm 2
Farinograma			
	G ⁰	G ¹	G ²
Abs. de agua (%)	62,8	61,2	63,0
Tiempo de Desarrollo (min)	1,33 \pm 0,12	5,10 \pm 0,35	4,83 \pm 0,15
Decaimiento (UB)	70,0 \pm 1,1	90,0 \pm 1,1	133,0 \pm 1,2
W	45,3 \pm 1,2	57,0 \pm 1,0	55,0 \pm 1,0
Estabilidad	9,27 \pm 0,12	8,3 \pm 0,6	6,7 \pm 0,1
Humedad			
	G ⁰	G ¹	G ²
Humedad (% base húmeda)	12,90 \pm 0,06	12,6 \pm 0,0	12,50 \pm 0,06
Gluten			
	G ⁰	G ¹	G ²
Gluten Húmedo (%)	25,0 \pm 2	15,3 \pm 0,6	17,6 \pm 0,9
Gluten Seco (%)	7,5 \pm 0,4	5,4 \pm 0,0	7,5 \pm 0,9
Gluten Index (%)	92,4 \pm 1,5	95 \pm 1	96,8 \pm 1,3
Cenizas			
	G ⁰	G ¹	G ²
Cenizas (%)	0,83 \pm 0,04	1,30 \pm 0,01	1,58 \pm 0,02
Falling Number			
	G ⁰	G ¹	G ²
Falling Number (s)	435,0 \pm 3,5	459,0 \pm 2,7	481 \pm 14
Donde: μ = Media muestral; σ_{n-1} = Desviación standard muestral.			

Tabla 3.- Características físicas y químicas de la materia prima utilizada en las formulaciones de galletas.

entre 61,2 % y 63,0%, lo que indica un rendimiento de la masa vs número de unidades de galletas mayor. El tiempo de desarrollo de la masa alcanzó valores de 1,33 min para G⁰ y para G¹ y G² los tiempos encontrados fueron de 5,1 min a 4,83 min; estos valores se deben al aumento de proporción de harina de amaranto en estas mezclas. En el caso del parámetro estabilidad, esta disminuyó por el incremento de harina de amaranto en las mezclas, los valores obtenidos fueron de 9,3 min a 6,7 min; todo esto se debe a que el gluten de la harina de trigo no es capaz de soportar el trabajo mecánico, debilitando la malla del gluten

a medida que aumenta el porcentaje de harina de amaranto en la mezcla.

Los valores del análisis de alveograma en relación a P/L (tenacidad vs elasticidad) indicaron que tanto la tenacidad como la extensibilidad aumentaron al incrementar los porcentajes de harina de amaranto en la mezcla, por lo tanto, el trabajo mecánico para formar la masa aumentó de 117 x 10⁻⁴ a 209 x 10⁻⁴.

Los valores de gluten húmedo se encuentran entre 15,33 a 25,18%; en el caso de gluten índice estos alcanzaron entre 92,40 a 96,80%

siendo valores óptimos para este tipo de productos. Al evaluar el contenido de cenizas las mezclas están sobre 0,65% establecido por el RSA (2014).

Propiedades físicas-Químicas del producto final

Los resultados obtenidos indican que durante los primeros días (1 a 6 días) disminuye levemente la humedad, para luego permanecer constante entre los días 6 y 12 días de almacenamiento a temperatura ambiente (20° C) ver Figura 2.

Los análisis estadísticos indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos al aumentar el nivel de amaranto en la mezcla, lo cual se puede observar durante los 12 días de evaluación.

Absorción de agua

En la Figura 3 se puede observar los valores de la capacidad de absorción de agua a través de los 12 días de almacenamiento, el cual aumentó en un 9,0% en la formulación G² en relación a G¹ el día 1, pero al día 12 las tres formulaciones disminuyeron este parámetro.

Determinación de color

Al analizar los resultados de color (tabla 4) se puede observar estadísticamente que en la medida que aumentan los porcentajes de harina de amaranto en la mezcla el color aumentó, G² presentó un color más oscuro que G¹ y G⁰ respectivamente (dado por el menor valor del parámetro L).

Determinación de Perfil de Textura (método TPA)

La medición de la resistencia al punto de quiebre en las galletas (Figura 4) indicó que durante los 12 días de almacenamiento aumentó en un 14,0% en G¹, un 22,0% en G²;

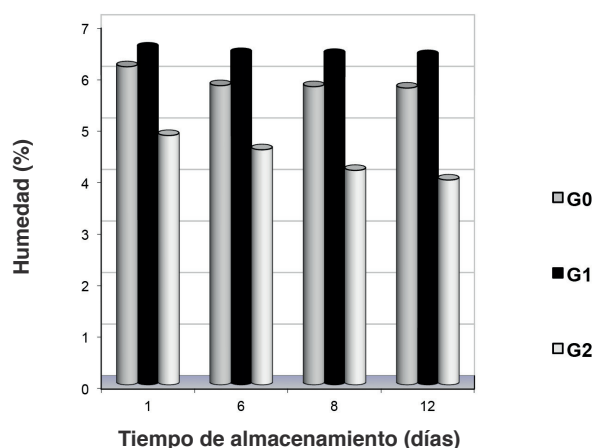


Figura 2. Determinación de humedad durante los 12 días de análisis.

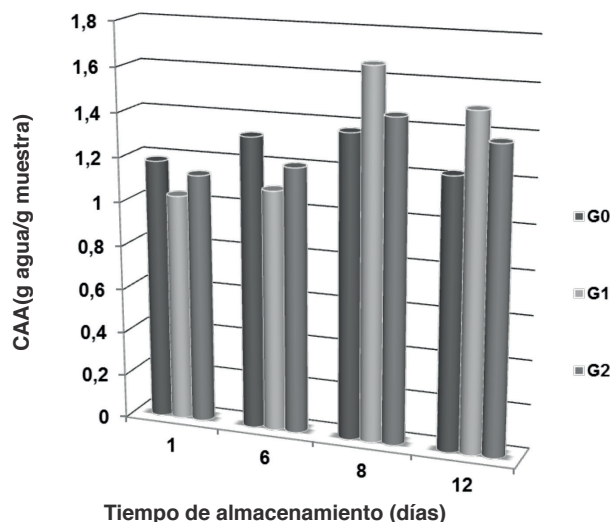


Figura 3. Capacidad de absorción de agua (CAA) en galletas.

en el caso de G⁰ se observó una leve disminución de este parámetro (1,7%) (Castro y Verdugo, 2006).

Evaluación de la composición química

En la tabla 5 se pueden observar los resultados del análisis nutricional de las tres formulaciones de galletas.

La humedad de G¹ y G⁰ mantuvieron los valores esperados de entre 5,7 y 6,4%; encontrándose que la muestra G² presentó un valor de humedad bajo de 3,9%; en el caso de la determinación de lípidos se observó un aumento de estos a medida que se incrementa el porcentaje de amaranto en la mezcla, para G¹ fue de 33,2% y para G² de un 40,0% en relación a la muestra control. Por otra parte, los porcentajes de proteínas aumentaron en las formulaciones G¹ en un 38,0% y en G² en un 61,0% en relación a la muestra control G⁰.

Evaluación de las características sensoriales en galletas

La evaluación sensorial de galletas se llevó a cabo aplicando un test

Tabla 4.- Determinación de color en galletas suplementadas con harina de amaranto.

Nivel de amaranto	Parámetros de color *		
	L	a	b
	$\mu \pm \sigma^{n-1}$	$\mu \pm \sigma^{n-1}$	$\mu \pm \sigma^{n-1}$
G ⁰	70,37 \pm 1,03 ^c	6,66 \pm 1,00 ^b	28,07 \pm 0,69 ^b
G ¹	68,80 \pm 0,83 ^b	6,30 \pm 0,90 ^a	29,39 \pm 0,95 ^a
G ²	64,66 \pm 1,31 ^a	8,86 \pm 0,78 ^c	30,47 \pm 0,75 ^c

Dónde: μ = Media muestral; σ^{n-1} = Desviación standard muestral.

para determinar calidad (Test Scoring) con una escala de 5 puntos y un panel entrenado de 12 personas según Montgomery, (1991) y Pedreiros y Pangborn, (1989).

Al analizar los resultados obtenidos del análisis de ANOVA para un diseño de dos variables; se pudo concluir que los parámetros sensoriales evaluados por 12 días no presentaron diferencias significativas entre las muestras en apariencia, textura, color, resistencia al corte con los dedos y dientes, los cuales se mantuvieron con calidad aceptable Figura 5a (día 1) y Figura 5b (día 12).

En la figura 5 se puede observar que la calidad de las galletas se mantuvo durante los 12 días de al-

macenamiento, siendo calificadas con nota 4,5 (Buena y Muy buena), lo que indica que los porcentajes de harina de amaranto no afectaron al producto.

Conclusiones

La caracterización de la materia prima indicó que la mezcla de harina de trigo/ harina de amaranto cumple con las propiedades para elaborar galletas.

El desarrollo de galletas con suplementación de harina de amaranto presentaron propiedades tecnológicas compatibles, los porcentajes de amaranto no interfirieron en el manejo, procesamiento del producto y desarrollo de estas.

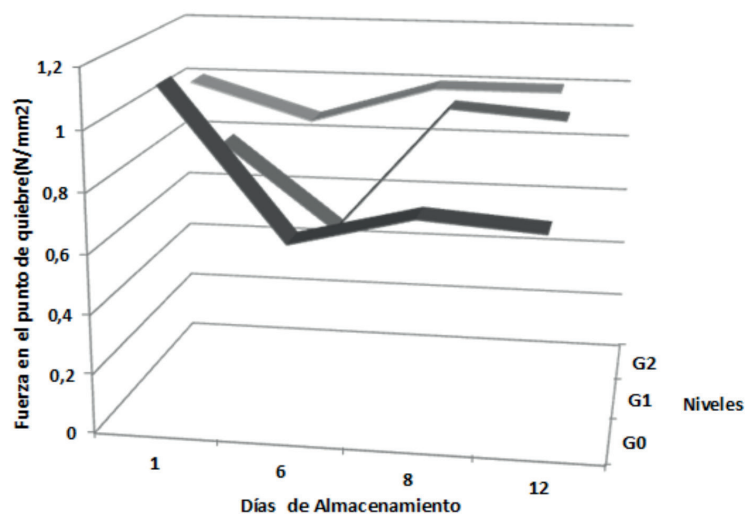


Figura 4. Determinación punto de quiebre en galletas durante su almacenamiento.

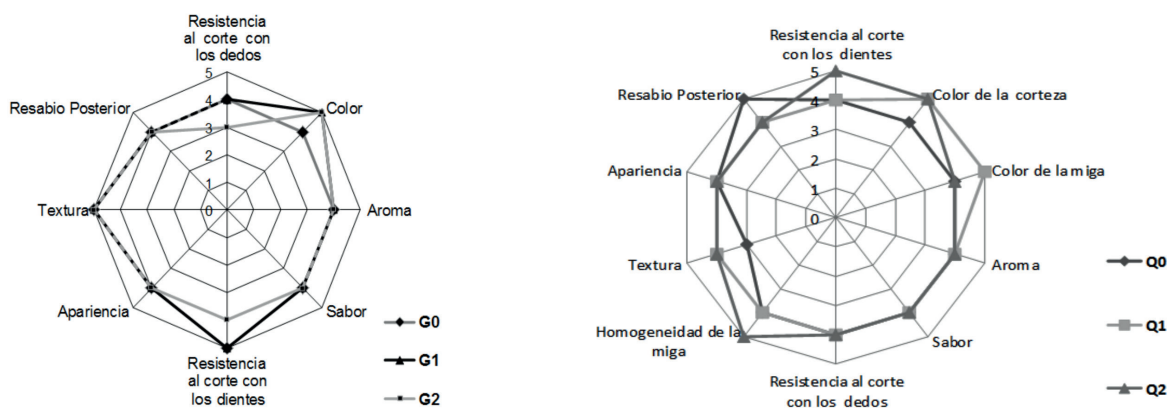


Figura 5a y 5b. Análisis de calidad (Test Scoring) al día 1 (a) y 12 (b).

Tabla 5. Composición nutricional de las galletas.

Análisis	G ⁰		G ¹		G ²	
	Base seca %	Base húmeda%	Base seca %	Base húmeda%	Base seca %	Base húmeda%
Humedad	-	5,76	-	6,39	-	3,98
Lípidos	12,76	12,02	17,12	16,02	17,50	16,80
Proteínas	6,99	6,58	7,70	7,21	7,94	7,62
Cenizas	1,01	0,95	1,40	1,31	1,59	1,53
ENN (Extracto no nitrogenado)	79,94	74,69	73,88	69,07	72,97	70,07
Calorías	-	433,26	-	449,30	-	461,96



El análisis proximal mostró que las formulaciones con mayor porcentaje de harina de amaranto aumento su contenido de proteínas 9,0% en G¹ y 15,0% en G² en relación a G⁰; en el caso de los lípidos estos se incrementaron en un 33,0% en G¹ y en un 40,0% en G² en relación a la muestra control G⁰.

La determinación de humedad indicó que las muestras G¹ y G⁰ presentaron humedades de 5,0 y 6,0% respectivamente, lo que permitió una mayor estabilidad en los 12 días de almacenamiento.

Al medir la absorción de agua se encontró que las formulaciones G¹ y G² disminuyeron entre un 10,0 y 17,0% su capacidad en relación a G⁰ a medida que aumento el nivel de harina de amaranto en la mezcla. El análisis de perfil de textura demostró que las formulaciones G¹ y G² mantienen su resistencia al quiebre con los dedos y los dientes durante los 12 días de evaluación; lo que indica que la incorporación de harina de amaranto en la mezcla no afectó a esta propiedad.

El análisis sensorial aplicado para determinar la calidad de las galletas con sus tres formulaciones fueron sometidas a un panel de 12 jueces entrenados, cuyos resultados indicaron que no existían diferencias apreciables en los parámetros medidos al incrementar el porcentaje de harina de amaranto en la mezcla destinada a la elaboración de galletas.

Referencias

- AACC. 2012. American Association of Cereal Chemistry. Vol. 1 - 2. 8a Ed.
- Bourne MC. 1993. Texture measurements on finished baked goods. In: Kamel BS, Stauffer CE. (Eds.). *Advances in Baking Technology*. Blackie Academic & Professional, Glasgow, UK.
- Castro E, Verdugo M, Miranda M, Rodríguez A. 2006. Determinación de parámetros texturales en galletas http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/ap/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/c20028221225determinacionparámetros1.pdf (Consultado 20 de Julio de 2016).
- Cavieres E, Piñeira B. 2010. Proyecto de Desarrollo de Productos. Depto. Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad Tecnológica, Universidad de Santiago de Chile. Plataforma Moodle – Académica II.
- ICC. 2012. International Association for Cereal Science and Technology. Standard methods of the international Association for Cereal Science and Technology. <https://www.icc.or.at/> (Consultado 20 de Julio de 2016).
- INN. 1978. Instituto Nacional de Normalización. Determinación de humedad. NCh 841. Alimentos. Chile
- INN. 1978. Instituto Nacional de Normalización. Determinación de cenizas. NCh 842. Alimentos. Chile
- Keyla C, Moreno R, Ali E, Segundo M, Sánchez A. 2015. Evaluación de panes enriquecidos con amaranto para regímenes especiales. *Interciencia* 40: 473 - 478.
- Montgomery D. 1991. Diseño y análisis de experimentos. Editorial Iberoamericana, México.
- Pedrero D, Pangborn RM. 1989. Evaluación sensorial de los alimentos. Editorial Alhambra, México.
- Sanz-Penella JM, Wronkoswska M, Soral-Smietana M, Haros M. (2013). Effect of whole flour on bread properties and nutritive value. *LWT-Food Sci Technol* 50: 679 - 685.